

# ROBBANÓANYAGOK MUNKAEGÉSZSÉGÜGYI VONATKOZÁSAI

## LABOUR'S HYGIENIC RELATIONS OF EXPLOSIVES

*dr. Mária HERNÁD, MD*

Magyar Honvédség 1. Honvéd Tűzszerész és Hadihajós Zászlóalj  
HDF 1st Military Pyrotechnic and Warship Battalion

**Rezümé:** Minden munkavállaló számára fontos, hogy megismerje a munkakörülményeit és felismerje felhasznált vegyi anyagok mérgező hatásait. Az Európai Unió alapelvek szerint a munkáltató kötelessége a felvilágosítás, oktatás, az egészséges és biztonságot nem veszélyeztető munkakörülmények biztosítása. A tűzszerészeknek, műszaki katonáknak, robbantómestereknek a robbanóanyagokat kell ismernie, és nemcsak azt, hogy hogyan kell felhasználni, hanem azt is, hogy melyek az általuk okozott kórképek, betegségek és hogyan előzhető meg ezek. Jelen előadás talán rávilágít arra, hogy a munkavédelmi szabályok betartásával, a védőeszközök alkalmazásával megvédhetjük magunk és bajtársaink egészségét, testi épségét.

**Resume:** All employees should know the circumstances of labour and recognize the poisonous effects of the chemical agents what are useful. According to directives of European Union the employer's obligation to give information and instruction, to support of healthy and safe work. The pyrotechnic specialists, technical soldiers and shot-firers have to know the explosives, not only how to use it, but which ones the clinical pictures and illnesses caused by them and how to protect themselves. A present publication sheds light on it possibly,

that we apply the labour protection rules and defender devices, we may protect our own and our comrades' health and corporal integrity.

## **1. BEVEZETÉS**

A robbanóanyag olyan vegyület, vagy keverék, amelyet meggyújtva vagy felrobbantva egy rendkívül gyors, heves kémiai reakció játszódik le, nagy mennyiségű gáz és hő képződésével, amelyet fény, hang és nagy nyomású lökéshullám kísér. A fekete lőport már az ókorban is ismerték, de a ma széles körben elterjedt vegyületeket a XVIII. és XIX. században találták fel, és mint gyógyszer vagy festék alkalmazták, és csak később derült fény pusztító hatásukra.

Az áttörést az első és a második világháború hozta, ekkor kezdték kiterjedten alkalmazni a haditechnikában és ekkor volt igény először a tömegtermelésre. Akkoriban a munkaegészségügy még kezdetleges volt, megfelelő ismeretek, jogszabályi háttér és munkáltató érdekeltségének hiánya miatt sokszor még a legalapvetőbb higiénés intézkedéseket is nehéz volt bevezetni és betartatni. A hadiiparban főleg fiatalok, idősek és nők, az úgynevezett veszélyeztetett csoportok dolgoztak. 1941-ben egy lőszergyárban 12 hónap alatt 495 enyhébb és 15 súlyosabb TNT mérgezettet regisztráltak, a súlyosabb esetek 40%-a meghalt, más közlemények megemlítik, hogy az első világháború alatt összesen 475 halálos mérgezés történt az Egyesült Államokban. Ma már a szigorú munkavédelmi és higiénés előírások miatt mérgezés előfordulása ritka, de gondolnunk kell a háborúk során szétszórt robbanótestekre és az azokból származó robbanóanyagok környezetkárosító és potenciális egészségkárosító hatásaira is.

## 2. AZ EGÉSZSÉGES MUNKAHELY

Az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés érdekében a munkáltató köteles olyan intézkedéseket hozni, hogy lehetővé tegye a veszélyek elkerülését, ha ez nem lehetséges, azokat értékelni kell, és stratégiát kell kidolgozni az ártalmak csökkentésére.

A munkáltató köteles minőségileg, illetve szükség esetén mennyiségileg értékelni a munkavállalók egészségét és biztonságát veszélyeztető kockázatokat, különös tekintettel az alkalmazott munkaeszközökre, veszélyes anyagokra és készítményekre, a munkavállalókat érő terhelésekre, valamint a munkahelyek kialakítására. Az értékelés alapján olyan megelőző intézkedéseket szükséges hozni, amelyek biztosítják a munkakörülmények javulását, beépülnek a munkáltató valamennyi irányítási szintjén végzett tevékenységbe. A kockázatértékelés elvégzése munkabiztonsági és munka-egészségügyi szaktevékenységnek minősül. A kockázatértékelést a kémiai biztonság területén a külön jogszabályban foglaltak szerint kell elvégezni.

A kockázatértékelés elengedhetetlen mozzanata a környezeti monitorozás. A munkatér levegőjében a vegyi anyag koncentrációjának (ÁK, CK, MK) folyamatos, rendszeres vagy időszakos mérése és regisztrálása tájékoztatást ad, hogy egy munkatérben dolgozó populáció kielégítően védett-e a vegyi anyagok károsító hatásától. A mérés a munkatér különböző helyein elhelyezett (1) ún. fixpontos méréssel vagy a dolgozó légzés zónája közelében a dolgozóra (2) rögzített személyi mintavevővel történik. A részletes részben taglalásra kerülnek az egyes robbanóanyagokra vonatkozó határértékek.

Megfelelő műszaki és munkaszervezési megoldásokkal jelentősen csökkenthetők a munkavállalókat terhelő egészségkárosodások. Ezek alapelvei: mérgező veszélyes anyagok és technológiák helyettesítése veszélytelenebbekkel; automatizálás, robottechnika, zárt technológia bevezetése; megfelelő műhely – épület kialakítása, pl. rezgésmentes alapozás; zajos gépek elkülönítése; gyártási-

és munkafolyamatok elkülönítése, pl. építészetiileg, légtéri elválasztás, távolság növelése; megfelelő karbantartás; megfelelő szellőzés, elszívás, klíma, fűtés; a robbantási technológiában előírt szellőztetési idő betartása; munkaidő (expozíciós idő) korlátozása ; szolgálati évek korlátozása.

A következő higiénés szabályok betartása és betartatása minden munkáltató felelőssége. Munkahelyeken a dohányzás és az étkezés tilos, csak a megfelelően kialakított szociális helyiségekben lehet étkezni és a kijelölt dohányzóhelyen, lehet dohányozni alapos kézmosás után. A robbanóanyag felhasználásához, darabolásához alkalmazott eszközöket más célra használni tilos. A robbanóanyagokkal való munka közben történt sérülést alaposan ki kell tisztítani és ellátni. Munka után alapos kézmosás és fürdés szükséges. Szennyezett munkaruhát hazavinni tilos.

Amennyiben a kollektív védelemre nincs lehetőség vagy nem megfelelő mértékű, egyéni védőeszközöket kell alkalmazni. Robbanóanyagok használatakor az alábbiakra lehet szükség: védőszemüveg, részecskeszűrő típusú légzésvédő: FFP3 P3 osztályú félálarc, védőruha, vegyi anyagok elleni védőkesztyű.

Az alkalmassági vizsgálatok elvégzésének alapvető célja, hogy megállapítsuk a munkavállaló arra való alkalmasságát, hogy tudja-e teljesíteni feladatait önmaga és mások veszélyeztetése nélkül, elősegítsük a munka adaptálását a munkát végző egyénhez, valamint minél korábban megállapítsuk a munka okozta elváltozásokat.

Tűzszerészek esetében az alábbi speciális kritériumoknak kell megfelelni:

- Előzetes elbírálás során a kiemelt minősítés követelményei: az idegrendszer kifogástalan állapota, kifogástalan látás és színlátás, ép hallás, a kéz ujjainak teljes épsége.
- A beosztásba helyezést megelőző alkalmassági minősítés ellenjavallatai: a pszichés funkciók bármilyen eredetű károsodása, gyógyszer-, alkoholfüggőség, valamint pozitív drogszűrési

eredmény, mozgáskoordinációs zavar, végtag tremor, látóélesség csökkenés, a színlátás zavara, halláscsökkenés.

Kétévente kötelező az időszakos alkalmassági vizsgálat, valamint soron kívüli vizsgálatot kell végezni, ha a tűzszerész és aknakutató egészségi állapotában változás lép fel. Az időszakos alkalmassági minősítés követelményei: a látásélesség megfelelő, ha szükséges korrekcióval, kifogástalan színlátás, élettani hallás mindkét fülön. A beosztás ellátásának ellenjavallatai: aktuálisan kialakult és várhatóan tartós vagy progrediáló pszichés funkciókárosodás, a látásélesség elérhető optimális korrekciója sem teszi lehetővé a tárgyak egy mm-es részleteinek megbízható érzékelését, 30 decibelt meghaladó halláscsökkenés a beszédzónában, a végtagok vagy a kezujjak funkciókárosodását eredményező bármilyen eredetű kórállapot.



A következő pontokban a robbanóanyagokat részletesen ismertetem az egészségre gyakorolt káros hatásaikon keresztül.

### 3. TRINITROTOLUOL

1863-ban J. Wilbrand, svéd kémikus fedezte fel. Sárga, szagtalan, kristályos anyag, melyet a felhasználáshoz olajjal, viasszal kevernek. 20°C-on már jelentős a kipárolgása. Vízen nem oldódik, de oldódik acetonban, benzolban, toluolban és kénsavban. Alkalmazzák: préstestek, lövedékek, bombák, aknák, töltésére. Magyarországon csak katonai felhasználása engedélyezett.

Mérgeződés lehetséges gyártás, csomagolás, raktározás, felhasználás során, ezért előre kiszerezelt, speciális papírba csomagolt formában történik a használata. Por formájában részecskéi a levegőbe, talajba, felszíni és felszín alatti vizekbe kerülnek, ahonnan könnyen a szervezetbe jutnak. Levegőbe kerülve ülepedése lassú. Robbantás során mérgező égéstermékek keletkeznek, ezért a területet csak a robbantási technológiában előírt szellőztetési idő után szabad megközelíteni.

Az emberi szervezetbe felszívódása por, melegítéskor gőz formájában a tüdőn, bőrön keresztül történik, de orális bejutás is lehetséges szándékos lenyelés vagy munkahelyen kontaminált kézzel történő evés, dohányzás közben. A második világháborúban a legsúlyosabb mérgezések a melegített, folyékony halmazállapotú TNT kezelésekor, töltésekor fordultak elő, főleg nők esetében. Kiválasztása kis részben eredeti formában a tüdőn át, nagyobb részben a vizelettel 2,6-dinitro-4-hidroxilamino-toluol formájában történik. Gyorsan kiürül a szervezetből, felezési ideje kevesebb, mint két óra.

#### **Hatásai:**

1. általános tünetek: sokszor hiányoznak, vagy csak később, már a súlyos mérgezés kialakulásakor jelentkeznek. Előfordulhat fáradékonyság, étvágytalanság, hányinger, hasi görcsök, fejfájás, ritkán szívdobogásérzés, torokfájás, köhögés, nehézlégzés, nyugtalanság.

2. helyi irritáció: nyálkahártya és légúti irritációt, gégevizenyőt, bőrgyulladást tiszta TNT nem okoz, csak ha szennyezett pl. tetranitrometánnal, dinitrobenzollal.
3. vérképzőrendszeri hatások: vörösvértestek károsodása miatt a vér oxigén-szállító kapacitása lecsökken, ez dóziszfüggő hatás, a légtér vegyianyag koncentrációjától függ. A csontvelő sorvad, sejtanyaghiány lesz, kialakul az aplasticus anaemia. Mindhárom sejtvonal (vörösvértest, fehérvérsejt, vérlemezke) érintett.
4. gyomor-bélrendszeri hatások: étvágytalanság, hányinger, gyomorgyulladás, fogyás alakul ki.
5. májkárosodás: legsúlyosabb esetben sárga májsorvadás, májelégtelenség vagy májcirrhosis fejlődhet ki, gyakran párhuzamosan a vérképzőszervi hatásokkal. Expozícióból való kiemelés után gyors javulás várható, de a kialakult májsugor nem fejlődik vissza. Fontos megemlíteni, és a TNT-vel dolgozó munkások, katonák figyelmét fel kell hívni arra, hogy az alkohol és a trotyl potenciózzák egymás májkárosító hatását.
6. szív-érrendszeri hatások: feltehetőleg a felszabaduló NO közvetlen értágító hatása miatt vérnyomásesés, ájulás léphet fel.
7. vese: az irodalomban minimális degeneratív elváltozást írtak le, de funkcionális károsodás nem jelentkezett.
8. szem: szürkehályog jelentkezhet főleg idült mérgezés esetén, általában az expozícióban eltöltött évektől (3-10 év) függ a megjelenése.
9. bőr, haj: haj barnásvörös, kezujjak, körmök sárgás elszíneződése nem jelent mérgezést, csak expozíciót, a beteg további vizsgálata szükséges.
10. késői toxikus hatások: az IARC monográfiája szerint nem rákkeltő, egy esetben fordult elő a mérgezettnél leukaemia, amit a robbanóanyag benzollal történő szennyeződésének tulajdonítottak, állatkísérletes adatok szerint nem okoz carcinogenezist, teratogenezist.

A tünetek késleltetve jelenhetnek meg, sokszor az expozíció után néhány hét, hónap múlva. Expozícióból való kiemeléskor a spontán regenerálódási készség és gyógyulás esélye nagy, de ismétlődő mérgezéskor maradandó elváltozások, májcirrhosis és anaemia fejlődhet ki. A diagnózist a klinikai tünetek, a laboratóriumi elváltozások és a TNT expozíció bizonyítottsága alapján állítjuk fel. Első teendő az expozícióból való kiemelés, további mérgezés lehetőségének megakadályozása, szükség esetén dekontaminálás, tüneti kezelés a kialakult kórképnek megfelelően, specifikus antidotum, terápia nincs.

Zárt térben való alkalmazáskor fontos a környezeti monitorozás. A magyar szabályzók szerint az átlagos koncentráció 8 órára vonatkoztatva  $0,09 \text{ mg/m}^3$ , melyet a légtér-koncentráció egy műszakban maximum négyszer negyed órára, legalább 45 perces szünetekkel meghaladhat  $0,36 \text{ mg/m}^3$ -ig. Ezen értékek felett mindenképpen szükséges megfelelő szellőztetés, elszívó berendezés és légzésvédő használata. Mivel a bőrön át is felszívódhat rendkívül fontos a megfelelő védőruházat, védőkesztyű, védőszemüveg, műszak utáni fürdés.

#### **4. HEXOGÉN**

1899-ben a német Hans Henning találta fel gyógyászati célokra. Az 1920-as években fedezték fel, hogy robbanóanyagként viselkedik, a második világháborúban már széles körben alkalmazták és ma is az egyik legelterjedtebb mind katonai, mind az ipari felhasználás területén.

Nagyerejű robbanószer, a plastic típusú készítmények (kb. 75 termék) pl. C4, semtex alapanyaga. Apró kristályos, fehér, íztelen, szagtalan, vízben nem oldódó. Alkoholban, éterben nem, acetonban, salétromsavban jól oldódik. Erősen mérgező, már kis mennyiségben is halálos patkányméreg. Nem fordul elő a természetben.



Alkalmazzák: tüzérségi gránátokban, kumulatív töltetekben, tiszta állapotban gyutacsokban. Fűtőanyagként is felhasználható, de patkányirtó szerként is bevetésre kerül.

Mérgeződés lehetséges gyártás, csomagolás, raktározás, felhasználás során. Kipárolgása során részecskéi a levegőbe, talajba, felszíni és felszín alatti vizekbe kerülnek, ahonnan könnyen a szervezetbe jutnak. Robbantás során mérgező égéstermékek (nitrózus gázok) keletkeznek, ezért a területet csak a robbantási technológiában előírt szellőztetési idő után szabad megközelíteni.

Talajt, kőzeteket és a vizeket kontaminálja és hosszú ideig megmaradhat, koncentráódik a növényekben, a talajban élő gerinctelenekben és a vízi élőlényekben, a táplálékláncba kerül, de közvetlenül is belélegezhető a szálló porral. Szennyezett környezet lehetséges a robbanóanyag gyártó üzemek, gyárak területén, környékén, gyakorlótereken. Az emberi szervezetbe felszívódása por, gőz formájában a tüdőn, bőrön keresztül történik, de orális bejutás is lehetséges szándékos lenyelés vagy munkahelyen kontaminált kézzel történő evés, dohányzás közben. Ép bőrön nagyon lassan adszorbeálódik, munka utáni alapos kézmosás csökkenti az expozíciót. Nagyobb jelentősége a sérült bőrön keresztüli felszívódásnak van, ezért nagyon fontos a robbanóanyagokkal való munka közbeni sérülés alapos tisztítása és ellátása. Leggyorsabban a tüdőn keresztül kerül be a szervezetbe, foglalkozási mérgezés, idegrendszeri károsodás általában így alakul ki. Kiválasztása a vizelettel és a léggéssel változatlan formában történik. Pár nap alatt kiürül a szervezetből.

### **Hatásai:**

1. általános tünetek: gyengeség, általános rossz közérzet, hányás, fogyás.
2. idegrendszer: nagy dózisú akut mérgezés esetén hányás, szédülés, fejfájás, epilepsiához hasonló görcsrohamok, remegés, izgatottság, irritabilitás jelentkezik, később tompultság, eszméletvesztés alakulhat ki, a beteg később a történetekre nem emlékszik. Nem észleltek neurotoxikus hatásokat alacsony dózisú, hosszú távú exponálódás

esetén. Pár nap, hét alatt gyógyul, maradandó elváltozás nem marad vissza. A kivizsgálás során, EEG, CT, MRI eltérést nem találtak.

3. légutak: túlérzékenység, foglalkozási asthma, ritkán tüdőgyulladás, tüdővízenyő is kialakulhat.
4. szív-érrendszeri hatások: szívizom elfajulást észleltek állatkísérletekben. Nagy dózisú mérgezés esetén ritmuszavar fordult elő.
5. vese: károsodás főleg C-4 mérgezés esetén jelentkezett.
6. szem: könnyezés, égő érzés a szemben, szemvörösség, szürkehályog.
7. genitáliák: egerekben here degeneráció, csökkent fertilitás, patkányokban prostata granuloma jött létre.
8. bőr: bőrgyulladás, bőrvörösség jöhet létre közvetlen kontaktus hatására, de feltehetőleg nem az adalékanyagok okozzák.
9. késői toxikus hatások: az IARC monográfiája szerint nem rákkeltő, állatkísérletek során egerekben hepatocelluláris adenoma és carcinoma fordult elő.

Halálos mérgezést az irodalomban még nem írtak le. Expozícióból való kiemeléskor a spontán regenerálódási készség és gyógyulás esélye nagy. A diagnózist a klinikai tünetek, a laboratóriumi elváltozások és a hexogén expozíció bizonyítottsága alapján állítjuk fel. Első teendő az expozícióból való kiemelés, további mérgezés lehetőségének megakadályozása, szükség esetén dekontaminálás, tüneti kezelés a kialakult kórképnek megfelelően, specifikus antidotum, terápia nincs.

Zárt térben való alkalmazáskor fontos a környezeti monitorozás, a munkahelyi átlagos és csúcskoncentráció mértéke. A NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health, USA) szerint az átlagos koncentráció 8 órás munkanapra, vagy 40 órás munkahétre vonatkoztatva  $1,5 \text{ mg/m}^3$ , melyet a légtér-koncentráció egy műszakban maximum négyszer negyed órára, legalább 45 perces szünetekkel meghaladhat  $3,0 \text{ mg/m}^3$ -ig. Magyarországon erre

vonatkozó jogi szabályozás nincs. Ezen értékek felett mindenképpen szükséges megfelelő szellőztetés, elszívó berendezés és légzésvédő használata.

Rendkívül fontos a megfelelő védőruházat, védőkesztyű, védőszemüveg, műszak utáni fürdés és az esetleges sérülések minél korábbi szakszerű ellátása. Munkahelyeken a dohányzás és az étkezés tilos, csak a megfelelően kialakított szociális helyiségekben lehet étkezni és a kijelölt dohányzóhelyen lehet dohányozni alapos kézmosás után. A robbanóanyag felhasználásához, darabolásához alkalmazott eszközöket más célra használni tilos.

## **5. PENTAERITROL-TETRANITRÁT<sup>1</sup>**

A nitropentát elsőként Tollens és Wiegand állították elő pentaeritrit nitrálásával, 1891-ben. 1912-ben, miután szabadalmaztatták, Németországban megkezdték nagyüzemi gyártását. A gyógyszerként és robbanóanyagként is igen hatásos vegyületet azóta is alkalmazzák mindkét területen.

Fehér színű, kristályos, jól préselhető. A heves robbanóanyagok között a legérzékenyebb a mechanikai behatásokkal szemben. Alkalmazzák: tiszta állapotban gyutacsokban, flegmatizált állapotban detonátorokban (szekunder töltet), plasztifikált robbanószerekben (pl.: Semtex), kis kaliberű lőszerekben és robbant zsinórokban. A nitroglicerinhoz hasonlóan, a nitropenta is hatékony értágító gyógyszer, amelyet Nitropenton néven iszkémiás szívbetegekben használnak.

Felszívódik bőrön, nyálkahártyákon, emésztőrendszerből, légutakon. Májban metabolizálódik, köztitermékei is biológiailag aktív vegyületek pl. a pentaeritrol-trinitrát, mely hatásosabb értágító, mint az eredeti molekula. Vesén keresztül választódik ki.

Hatását a vegyületből felszabaduló nitrogén-monoxid (NO) révén fejti ki, amely a szervezetben előforduló simaizmokra fejt ki hatást. Tünetei: fejfájás,

---

<sup>1</sup> Nitropenta, PETN

szédülés, kipirulás, helyzetváltoztatásra fellépő vérnyomásesés, szívdobogásérzés, álmoság, letargia, az érzékenyebb egyéneknél hirtelen ájulás is előfordulhat. Lokális hatása is van, bőrirritáció, szemvörösség fordulhat elő. Vérben az oxigént szállító hemoglobin károsodását okozza. Kezelése tüneti. Munkakörből való kiemelés általában gyógyítja a beteget.

A megelőzésre ugyanazok a szabályok vonatkoznak, mint amelyek a TNT, vagy az RDX esetében már tárgyalásra kerültek.

A fentiek ismeretében belátható, hogy mennyire fontos a megfelelő védelem, műszaki intézkedések és egyéni védőeszközök használata. Jelentőségüket és alkalmazásuk szabályait, módját a munkavállalóknak, katonáknak oktatni kell, ellenőrizni és ha szükséges szankcionálni a hiányosságokat a saját egészségük védelmében. A biztonságos, egészséget nem veszélyeztető munkakörülmények biztosítása elsődleges fontosságú kell legyen.

## **FELHASZNÁLT IRODALOM**

1. Richter-Torres, Dorsey, Hodes: Toxicological profile for 2,4,6-trinitrotoluene, US Dep. of Health and Human Services, 1995.
2. Ungváry: Munkaegészségügy, Medicina, 2004.
3. Lawrence, Bridge, Swatson, Lane, Davie: Discussion of trinitrotoluene poisoning, Proceedings of the Royal Society of Medicine, Section of Therapeutics and Pharmacology, 1942.
4. Lakatos Sándor: Robbanóanyagok, lőporok, MH 1. Honvéd Tűzszerész és Hadihajós Zászlóalj, oktatási segédanyag.
5. WHO IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risks to Humans Vol. 65, 1997.
6. Oxley, Smith, Kirschenbaum, Shinde, Marimganti: Accumulation of explosives in hair, J Forensic Sci, 2005 Jul; 50 (4): 826-31.

7. Zhou AS: A clinical study of trinitrotoluene cataract, *Pol J Occup Med* 1990;3 (2):171-6.
8. Morton AR, Ranadive MV, Hathaway JA: Biological effects of trinitrotoluene from exposure below threshold limit value, *Am Ind Hyg Assoc J* 1976 Jan;37 (1): 56-60.
9. Smith-Simon, Goldhaber: Toxicological profile for RDX, US Dep. of Health and Human Services, 1995.
10. Zhang: Toxicity and bioavailability of explosive metabolites to invertebrates, Dissertation in Environmental Toxicology, 2006.
11. Tetud, Glanclaude, Descotes: Acute hexogen poisoning after occupational exposure, *J Toxicol Clin Toxicol*, 1996;34(1):109-11.
12. Küçükardali, Acar, Ozkan, Nalbant, Yazgan, Atasovu, Keskin, Naz, Akvatan, Gökben, Danaci: Accidental oral poisoning caused by RDX (cyclonite): a report of 5 cases, *J Intensive Care Med*, 2003 Jan-Feb;18(1):42-6.
13. Nitropenton alkalmazási előirat, Pharmindex CD-ROM, Országos Gyógyszerészeti Intézet hivatalos gyógyszeradatbázisa, 2007.
14. Paul M. Vanhoutte: Endothelial function and dysfunction, *Heart and metabolism*, Vol. 22, 2004.
15. 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről
16. Dr. Lukács László: A robbanóanyagok kialakulásának rövid története, *Műszaki Katonai Közlöny* 2008/1-4. szám, pp. 15-24.